

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

HE
12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 24 779 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
B 23 F 9/10

21 Aktenzeichen: 101 24 779.6
22 Anmeldetag: 21. 5. 2001
43 Offenlegungstag: 29. 11. 2001

DE 101 24 779 A 1

30 Unionspriorität:
09/576,227 22. 05. 2000 US

71 Anmelder:
Dana Corp., Toledo, Ohio, US

74 Vertreter:
Berendt und Kollegen, 81667 München

72 Erfinder:
Fisher, James Steven, Huntertown, Ind., US; Smith,
Roland Clark, Milford, Ind., US; Masseth, John
Edward, Fort Wayne, Ind., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zum spanabhebenden Bearbeiten von Hypoidzahnradern

57 Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren unter Einsatz einer zweispindeligen Schneidbearbeitungsmaschine der Hurth-Modul-Bauart mit mehrspindiger Auslegung, um ein Abwälzstirnfräsen bei Kegelzahnrad-sätzen der Hypoidspiralbauart durchzuführen. Ein erstes Schneidwerkzeug, welches an einer ersten Spindel angebracht ist, nimmt eine grobe spanabhebende Bearbeitung an den Zahnradern vor, und ein zweites Schneidwerkzeug, welches an einer zweiten Spindel angebracht ist, nimmt eine abschließende Bearbeitung an den Zahnradern vor, wobei mit beiden Schneidwerkzeugen eine Abwälzstirnfräsbearbeitung durchgeführt wird. Gemäß dieser Verfahrensweise wird eine Mehrzahl von Schneidwerkzeugen für ein einziges Zahnrad eingesetzt, aber in einer einzigen Maschine, wodurch sich der Schneidwerkzeugverschleiß reduzieren läßt, die Schneidwerkzeugstandzeit sich erhöhen läßt, und sich die Ausstoßleistung der mehrspindeligen Maschine durch den Einsatz der zweiten Spindeln steigern läßt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Feinteilungs-Schneidwerkzeug eingesetzt, um zu Beginn eine grobe spanabhebende Bearbeitung an dem Zahnrad vorzunehmen, und es wird ein Schneidwerkzeug mit einer groberen Teilung als zweites Schneidwerkzeug eingesetzt, um die spanabhebende Endbearbeitung an dem Zahnrad vorzunehmen.

DE 101 24 779 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung befaßt sich allgemein mit dem Gebiet der Herstellung von Zahnrädern der Hypoidbauart oder von Hypoidkegelrädern. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf den Einsatz einer zwispindeligen spanabhebenden Bearbeitungsmaschine (Schneidbearbeitungsmaschine) mit einem Hurth-Modul zur Durchführung eines Abwälzstirnfräsen von Antriebskegelrädern oder Hohlrädern mit Hypoid- oder Spiralverzahnung, wobei bei der Bearbeitung beide Maschinenspindeln eingesetzt werden, um aufeinanderfolgend die Hypoidverzahnungen unter Einsatz eines Abwälzstirnfräsen grob zu bearbeiten und endzubearbeiten.

[0002] Auf dem Gebiet der spanabhebenden Bearbeitung bei Zahnrädern gibt es mehrere unterschiedliche alternative Bearbeitungsverfahren, die zur Herstellung eines Kegelrads eingesetzt werden. In Abhängigkeit von der Art der Verzahnung, d. h. Spiralverzahnung, Hypoidverzahnung usw., gibt es unterschiedliche Maschinen und Verfahrensweisen zum Gießen, Schmieden oder maschinellen Bearbeiten zur Formgebung der Zahnradzähne. Bei Kegelrädern mit Hypoidverzahnung und Spiralverzahnung wird zur Herstellung im allgemeinen entweder das Stirnfräsen oder das Abwälzstirnfräsen zur Erzeugung der Zahnräder gewählt. Beim Stirnfräsen wird ein sich drehendes Schneidwerkzeug, welches Schneidmesser hat, die längs eines ausgewählten Radius angeordnet sind, in einen gewünschten Zahnschlitz an einem Werkstück (Zahnradrohling) zugestellt, wobei alle Schneidmesser am Schneidwerkzeug sukzessiv durch den Zahnschlitz bei einer gewünschten Tiefe gehen, und der Zahn bei einem einzigen Eintauchgang des Schneidwerkzeugs spanabhebend bearbeitet und ausgebildet wird. Das Zahnrad (Werkstück) wird dann zur nächsten Zahnposition weitergeschaltet und das Schneidwerkzeug wird wiederum eintauchend in das Werkstück zugestellt und ein Zahnschlitz wird ausgebildet. Zusätzlich kann es beim Stirnfräsen erforderlich sein, mehrere Schneidbearbeitungsgänge durchzuführen, wie eine Grobbearbeitung und eine Endbearbeitung, um einen bestimmten Zahnradsatz herzustellen. Für eine Kombination aus Antriebsritzel und Hohlrad (für einen Hypoidzahnradsatz) sind im allgemeinen fünf Schneidbearbeitungsgänge an den Zahnradpaaren erforderlich. Drei Schneidbearbeitungsgänge für das Antriebsritzel (eine grobe spanabhebende Bearbeitung, an welche sich zwei endbearbeitende, spanabhebende Bearbeitungen anschließen), und zwei Schneidbearbeitungsgänge für das Hohlrad (eine grobe spanabhebende Bearbeitung und eine feine spanabhebende Bearbeitung). Diese aufeinanderfolgenden Fräsbearbeitungen machen mehrere Aufspannungen und Abnahmen des Werkstücks zwischen den Schneidbearbeitungsmaschinen erforderlich, und man benötigt mehrere unterschiedliche Maschinen und eine Mehrzahl von sich drehenden Schneidwerkzeugen.

[0003] Eine Alternative zum Stirnfräsen ist das Verfahren des Abwälzstirnfräsen. Beim Abwälzstirnfräsenverfahren wird ein sich drehendes Schneidwerkzeug, welches eine Mehrzahl von Schneidmessern hat, die auf einem gewünschten Radius und einer gewünschten Tiefe angeordnet sind, aber nicht in einer Linie liegen, sondern gruppenweise oder paarweise angeordnet sind, zur spanabhebenden Bearbeitung in ein Werkstück eingefahren. Bei dieser Verfahrensweise jedoch wird das Zahnradwerkstück an Stelle eines Werkzeugs, welches bei der jeweiligen aufeinanderfolgenden Zahnradausformung im wesentlichen relativ festgelegt bleibt, unter Ausföhrung einer Drehbewegung weitergeschaltet, so daß die jeweilige Gruppe von Schneidmessern durch die aufeinanderfolgenden Zahnschlitze der auszubil-

denden Verzahnung in einer zeitlichen Abfolge gehen. Zusätzlich können manchmal beim Abwälzstirnfräsenverfahren die Schneidwerkzeug-Positioniermaschinenachsen sich langsam und geringfügig bewegen, wenn der Zahnradkörper in Eingriff mit den Schneidwerkzeuggruppen kommt, um hierdurch die Ausbildung der Zahnform zu unterstützen. Wenn alle Zähne eines Zahnrads in ausreichender Weise spanabhebend bearbeitet sind, ist das Verfahren abgeschlossen, und das Zahnrad wird unter Ausführung einer maschinellen Bearbeitung endbearbeitet. Bei dieser Verfahrensweise wird üblicherweise entweder eine Maschine mit einer Schneidspindel oder eine Schneidspindel der Mehrspindelarbeit mit einem Hurth-Modul eingesetzt, wobei ein einziges Schneidwerkzeug zum Einsatz kommt, welches eine solche Schneidengeometrie hat, daß man eine gleichmäßige Zahnradendbearbeitung erhält. Da ein einziges Schneidwerkzeug wiederholt eingesetzt wird, ist die Verschleißrate des Schneidwerkzeugs hoch, und wenn bei dem Verfahren nur eine einzige Spindel der Mehrspindelmaschine eingesetzt wird, wird der effiziente Einsatz dieser Maschine herabgesetzt.

[0004] Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren unter Einsatz von beiden Schneidspindeln einer zwispindeligen spanabhebenden Bearbeitungsmaschine mit einem Hurth-Modul, um ein Abwälzstirnfräsen für Hypoid-Zahnradsätze durchzuführen. Ein erstes Abwälzstirnfräswerkzeug, welches an der ersten der beiden Spindeln angebracht ist, führt ein Abwälzstirnfräsen und eine grobe spanabhebende Bearbeitung am Zahnrad (Werkstück) aus, und ein zweites Abwälzstirnfräswerkzeug, welches an der zweiten Spindel angebracht ist, führt eine als Endbearbeitung dienende spanabhebende Bearbeitung an dem Zahnrad (Werkstück) unter Einsatz des Abwälzstirnfräsen aus. Bei einer bevorzugten Ausführungsform nach der Erfindung wird ein Feinteilungs-Schneidwerkzeug bei einer ersten Spindel eingesetzt, um eine grobe spanabhebende Bearbeitung der Zahnräder vorzunehmen, und es wird ein Schneidwerkzeug mit einer groberen Teilung an einer zweiten Spindel eingesetzt, um die spanabhebende Endbearbeitung an den Zahnrädern vorzunehmen. Gemäß diesem Verfahren wird eine Mehrzahl von Schneidwerkzeugen für ein einziges Zahnrad eingesetzt, aber eine einzige Maschine, wodurch sich der Schneidwerkzeugverschleiß reduzieren läßt, die Standzeit des Schneidwerkzeugs sich erhöhen läßt, und sich die Produktionsleistung der Mehrspindelmaschine unter Ausnutzung beider Spindeln steigern läßt.

[0005] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung. Darin zeigt:

[0006] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Mehrspindelmaschine mit einem Hurth-Modul, welche beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Einsatz kommt;

[0007] Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines einzigen sich drehenden Schneidwerkzeugs in Scheibenform eines Hurth-Moduls, welches bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Einsatz kommt; und

[0008] Fig. 3 ein Hohlrad, welches gemäß des Abwälzstirnfräsen nach der Erfindung bearbeitet wird.

[0009] Nachstehend erfolgt eine Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen nach der Erfindung.

[0010] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Mehrspindelmaschine 1 gemäß der Hurth-Bauart, welche beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Einsatz kommt. Fig. 2 zeigt eine einzige Spindel 2 der Mehrspindelmaschine der Hurth-Bauart nach Fig. 1. Fig. 3 zeigt das Abwälzstirnfräsenverfahren und die zugeordneten Bearbeitungsschritte an einem Zahnrad (Werkstück) 8, beim dargestellten Beispiel

handelt es sich um ein Hohlrad, wenn die Zahnradzähne 9 sukzessiv durch die Schneidmessergruppen der Spindel 2 spanabhebend bearbeitet werden, an welcher die Schneidwerkzeuge 5 angebracht sind. Das Zahnrad und die Spindel führen jeweils eine Drehbewegung in Richtung der eingetragenen Pfeile aus.

[0011] Bei diesem Bearbeitungsverfahren ist jede Spindel 2, 3 gesondert programmiert, um ein an einem Werkstückhalter 4 angebrachtes Zahnrad 8 mittels Abwälzstirnfräsen zu bearbeiten. Die erste Spindel 2 ist nach Maßgabe von 10 daran angebrachten Schneidwerkzeugen 5 für eine grobe spanabhebende Bearbeitung programmiert. Nachdem die grobe spanabhebende Bearbeitung an dem Zahnrad (Werkstück) 8 abgeschlossen ist, welches an dem Halter 4 angebracht ist, wird das erste Schneidwerkstück 5 vom Werkstück weggefahren, das gesamte Paar von ersten 2 und zweiten Spindeln 3 und zugeordneten Schneidwerkzeugen 5, 6 wird um 180° weitergeschaltet, und das zweite Schneidwerkzeug 6 kommt dann in Eingriff mit dem Werkstück und führt eine abschließende spanabhebende Bearbeitung zur 20 Herstellung des Zahnrads durch, welches an dem Werkstückhalter 4 angebracht bleibt.

[0012] Bei einer bevorzugten Verfahrensführung wird ein Feinteilungs-Schneidwerkzeug an der ersten Spindel 2 eingesetzt, um die grobe spanabhebende Bearbeitung zur Herstellung der Zahnradzähne durchzuführen, und es wird ein Schneidwerkzeug mit einer groberen Teilung an der zweiten Spindel 3 eingesetzt, um die abschließende spanabhebende Bearbeitung an den Zahnradzähnen durchzuführen. Die Schneidmesser entweder an dem für die Grobbearbeitung bestimmten Werkzeug oder an dem für die Feinbearbeitung bestimmten Werkzeug können Schnellschneid-Stahlschneidmesser oder solche aus Karbid oder anderen Materialien aufweisen. Grob gesagt kann ein Schnellschneidstahl für die grobere Bearbeitung eingesetzt werden, während in 35 Kombination hierzu Karbid für die Endbearbeitung eingesetzt wird, oder daß die Wahl umgekehrt getroffen ist. Gleason ist ein von mehreren Herstellern, welche beide Bauarten von Schneidwerkzeugen herstellt, die zu der Hurth-Modul-Maschine 1 passen. Da mehr als ein Schneidwerkzeug sukzessiv zur Ausformung des Zahnzwischenraums eingesetzt wird, kann das erste Schneidwerkzeug (für die grobe Bearbeitung) und das zweite Schneidwerkzeug (für die Feinbearbeitung) optimierte Geometrien hinsichtlich der Spanwinkel und der Hinterdrehwinkel haben, um die Schneidwerkzeugstandzeit bezüglich der jeweiligen Aufgaben bei der Ausbildung des Zahnradzahns zu maximieren. Das für die Grobbearbeitung eingesetzte Schneidwerkzeug kann die Zähne in einem weniger glatten Zustand belassen, und das Schneidwerkzeug für die Endbearbeitung kann nur die Aufgabe erfüllen, die Zähne als Teil eines abschließenden Endbearbeitungsvorganges gleichmäßig zu bearbeiten.

[0013] Bei der vorstehenden Beschreibung wird in Verbindung mit der Erfindung auf den Einsatz einer Mehrspindel-Schneidbearbeitungsmaschine der Hurth-Modul-Bauart 55 eingegangen. Für den Fachmann auf dem Gebiet der Zahnradherstellung ist es jedoch ersichtlich, daß auch andere mehrspindelige Schneidbearbeitungsmaschinen für Zahnräder eingesetzt werden können, welche ein Abwälzstirnfräsen von Kegelrädern ermöglichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung von Hypoidzahnradzähnen, welches folgendes aufweist: 65
Anbringen eines zu bearbeitenden Zahnrads an einem Werkstückhalter einer mehrspindeligen, sich drehenden Schneidbearbeitungsmaschine;

Durchführen einer groben spanabhebenden Bearbeitung an einem Satz von Hypoidzahnradzähnen an dem Werkstück unter Einsatz eines ersten, sich drehenden Schneidwerkzeugs der mehrspindeligen Schneidbearbeitungsmaschine unter Einsatz eines Abwälzstirnfräsvorgangs, wobei Gruppen von Schneidmessern, die an dem sich drehenden Schneidwerkzeug angebracht sind, sukzessiv durch weitergeschaltete Zähne gehen, die an dem Werkstück ausgebildet werden;

Weiterschalten der mehrspindeligen Schneidbearbeitungsmaschine zur Ausrichtung eines zweiten sich drehenden Schneidwerkzeugs zur Ausführung einer Abwälzstirnfräsbearbeitung an dem Werkstück; abschließende spanabhebende Bearbeitung des Satzes von Hypoidzahnradzähnen an dem Werkstück unter Einsatz des zweiten sich drehenden Schneidwerkzeugs gemäß des Abwälzstirnfräsvorgangs; und Abnehmen des Zahnrads von dem Werkstückhalter.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das erste, sich drehende Schneidwerkzeug ein Feinteilungs-Schneidwerkzeug ist, welches für die grobe spanabhebende Bearbeitung vorgesehen ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das erste sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer groben Teilung ist, welches zur Ausführung einer groben spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das zweite sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer groben Teilung ist, welches zur Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem das zweite sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer groben Teilung ist, welches zur Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer groben Teilung ist, welches zur Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer Feinteilung ist, welches zur Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei dem das zweite sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer Feinteilung ist, welches zur Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, bei dem das zweite sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneidwerkzeug mit einer Feinteilung ist, welches zur Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

10. Verfahren zur spanabhebenden Bearbeitung von Spiralkegelzahnradzähnen, welches folgendes aufweist:

Anbringen eines zu bearbeitenden Zahnradrohlings an einem Werkstückhalter einer mehrspindeligen Schneidbearbeitungsmaschine der Rotationsbauart; Durchführen einer groben spanabhebenden Bearbeitung bei einem Satz von Spiralkegelzahnradzähnen am Werkstück unter Einsatz eines ersten, sich drehenden

Schneidwerkzeugs der Mehrspindel-Schneidbearbeitungs-
maschine unter Einsatz eines Abwälzstirnfräs-
verfahrens, wobei eine Gruppe von Schneidmessern, die
an dem sich drehenden Schneidwerkzeug angebracht
sind, sukzessiv weitergeschaltet durch die Zähne zur
Ausbildung derselben an dem Werkstück gehen;

Weiterschalten der Mehrspindel-Schneidbearbeitungs-
maschine zur Ausrichtung eines zweiten, sich drehen-
den Schneidwerkzeugs, um ein Abwälzstirnfräsen am
Werkstück vorzunehmen;

abschließende spanabhebende Bearbeitung eines Sat-
zes von Spiralkegelzahnradzähnen am Werkstück unter
Einsatz des zweiten, sich drehenden Schneidwerkzeugs
unter Ausführung einer Abwälzstirnfräsbearbeitung,
und

Abnehmen des Zahnrads von dem Werkstückhalter.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das erste,
sich drehende Schneidwerkzeug ein Feinteilungs-
Schneidwerkzeug ist, welches zur Ausführung einer
groben spanabhebenden Bearbeitung vorgesehen ist.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei dem das
erste, sich drehende Schneidwerkzeug ein Schneid-
werkzeug mit einer groben Teilung ist, welches zur
Ausführung einer groben spanabhebenden Bearbeitung
vorgesehen ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, bei
dem das zweite, sich drehende Schneidwerkzeug ein
Schneidwerkzeug mit grober Teilung ist, welches zur
Ausführung einer abschließenden spanabhebenden Be-
arbeitung vorgesehen ist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei
dem das zweite Schneidwerkzeug ein Schneidwerk-
zeug mit grober Teilung ist, welches zur Ausführung
einer abschließenden spanabhebenden Bearbeitung
vorgesehen ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei
dem das zweite Schneidwerkzeug ein Schneidwerk-
zeug mit einer groben Teilung ist, welches zur Ausfüh-
rung einer abschließenden spanabhebenden Bearbei-
tung vorgesehen ist.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, bei
dem das zweite, sich drehende Schneidwerkzeug ein
Feinteilungs-Schneidwerkzeug ist, welches zur Aus-
führung einer abschließenden spanabhebenden Bear-
beitung vorgesehen ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, bei
dem das zweite, sich drehende Schneidwerkzeug ein
Feinteilungs-Schneidwerkzeug ist, welches zur Aus-
führung einer abschließenden spanabhebenden Bear-
beitung vorgesehen ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, bei
dem das zweite, sich drehende Schneidwerkzeug ein
Feinteilungs-Schneidwerkzeug ist, welches zur Aus-
führung einer abschließenden spanabhebenden Bear-
beitung vorgesehen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

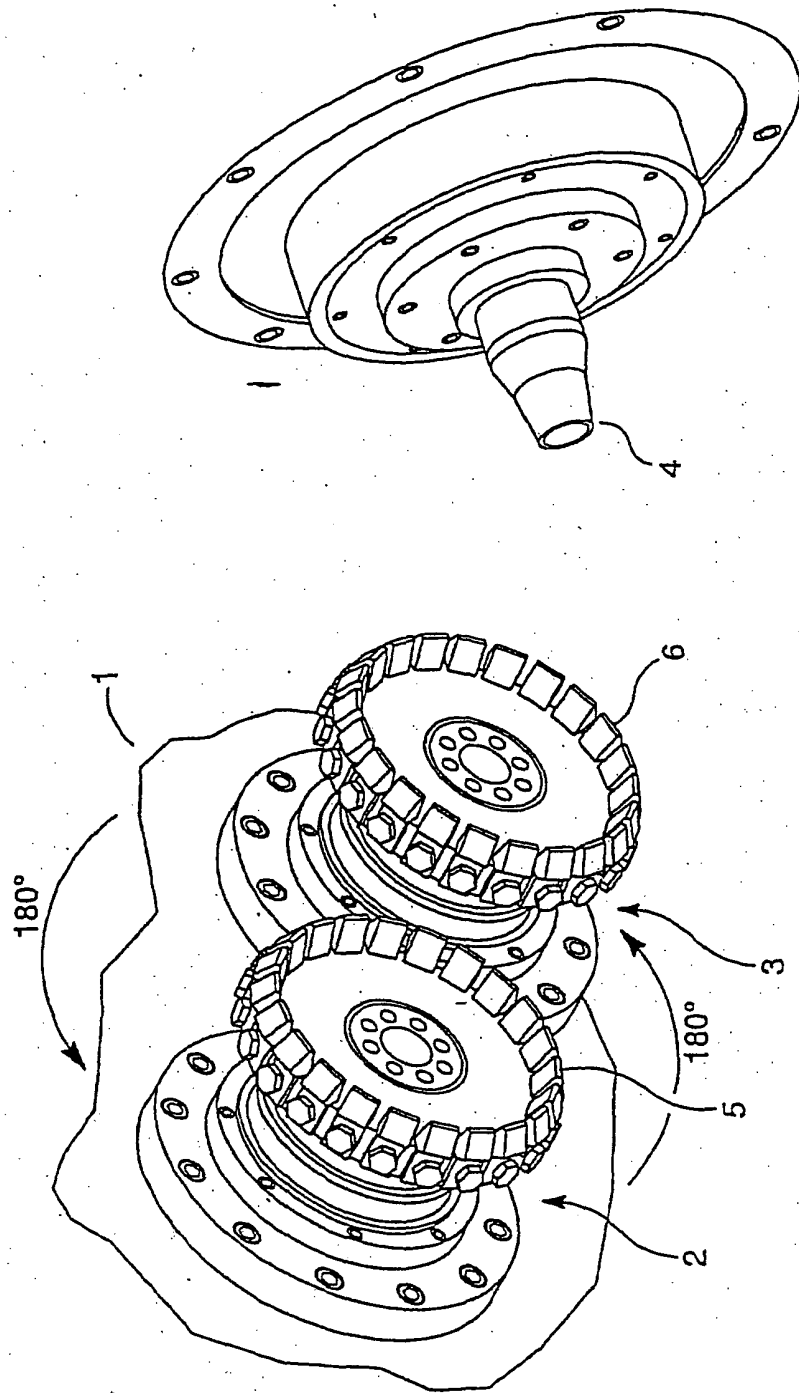


Fig. 2

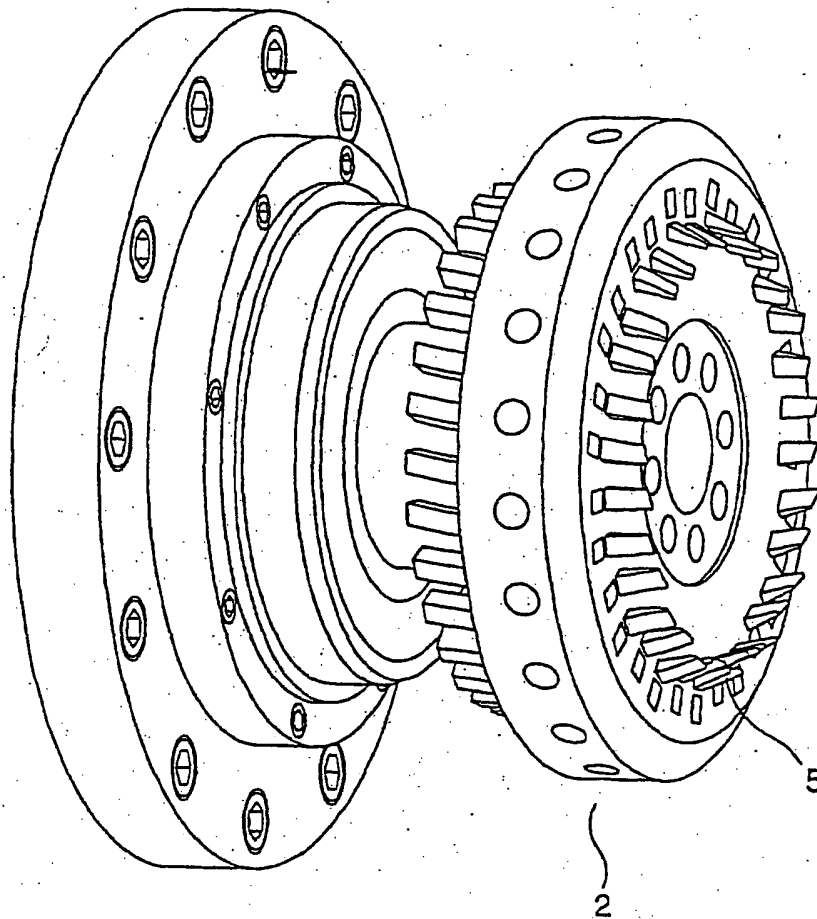


Fig. 1 is a schematic diagram showing a curved surface 8. A dashed circular boundary 2 is centered on the surface. A hatched region 9 is located on the surface, with arrows indicating movement or force. A dashed circle with a cross is also present.